プリント基板の製造工程

八甫谷 明彦

図1は，プリント回路基板編集部注1の設計・製造工程の流れを示したものです．始めに製品の構想設計があり，それが固まった後に回路設計になります．回路設計後はCADを用いて電子部品の配置やパターン配線を行います．この時点で基本的なプリント配線板の設計が完了します．

次に設計データをプリント配線板メーカに出図し，プリント配線板を製造します．プリント配線板に電子部品を実装し，プリント回路基板が完成します．電子機器の最終組み立て工程において，プリント回路基板が組み込まれ，製品が完成します．

1) はんだペーストの印刷

図2は，図1の部品実装において，現在主流である表面実装の工程を示したものです．まずは，はんだペースト（写真1）の印刷をします．ここでプリント配線板のはんだ付け

編集部注1：部品実装前のプリント板を「プリント配線板」，「ベア・ボード」，「PWB（printed wiring board）」と呼び，部品実装後のプリント板を「プリント回路基板」や「PCB（printed circuit board）」，「ボード」と呼ぶ．「プリント基板」という言葉は，「プリント配線板」としても「プリント回路基板」としても使われている．本稿では，部品実装の前後を問わず広い意味のときには「プリント基板」を用いるが，プリント板そのものを指すときは「プリント配線板」，部品実装後を指すときには「ボード」と表記する．
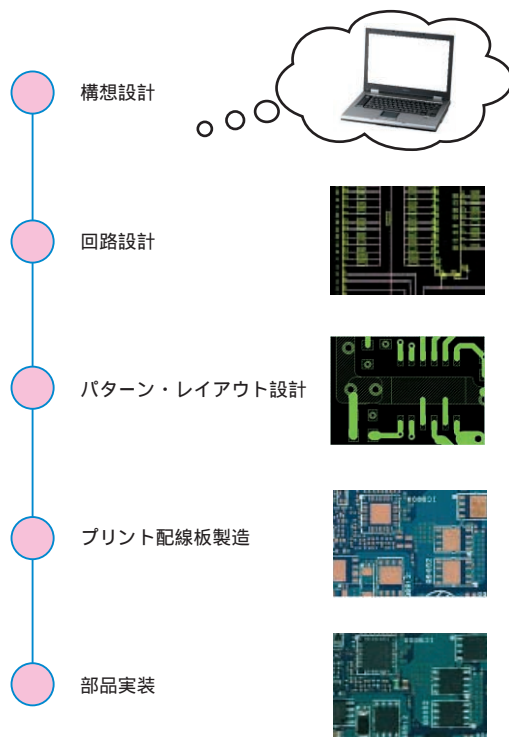
図1　プリント回路基板の設計・製造工程の流れ
この流れを試作や量産で繰り返す．

写真1　はんだペースト
20μ～40μm程度のはんだ粉末と活性材などのフラックスが混ざり合ったもの．

KeyWord　はんだペースト，フィディシャル・マーク，メタル・マスク，マウンタ，リフロー炉，温度プロファイル
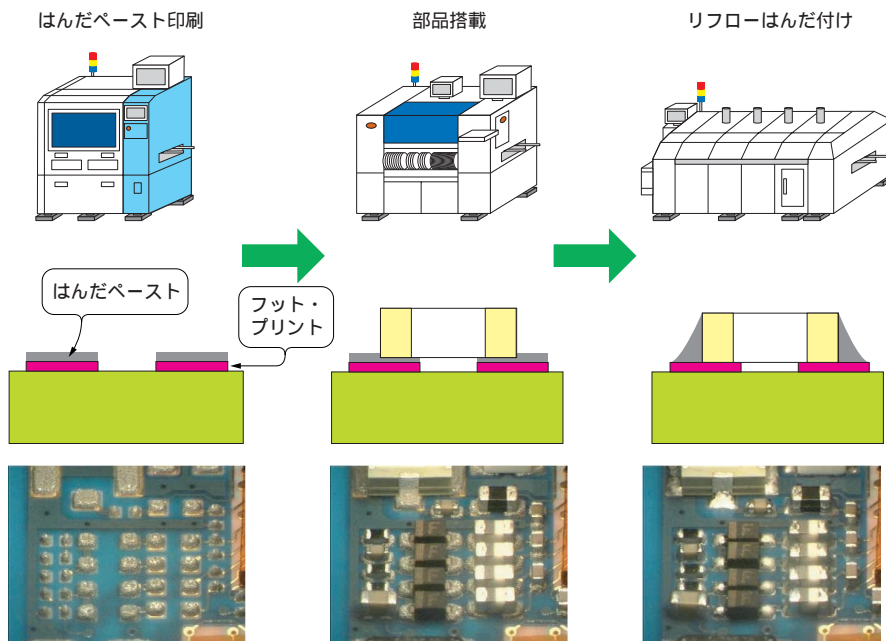
図2　表面実装の流れ
両面実装の場合，この流れを2回繰り返す．
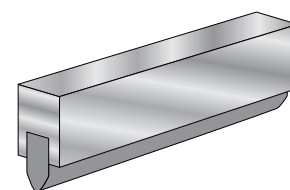
図3　クリームはんだを印刷するためのスキージ

をするフット・プリントの部分にはんだペーストを供給します．

はんだペーストは，20 μ～40 μm程度のはんだ粉末と活性材などのフラックスが混ざり合ったペースト状のものです．メタル・マスク（**写真2**）という部分的に開口している100μ～150μm厚のステンレス板を使って，はんだペーストを，プリント配線板上のフット・プリントに印刷します．

はんだ印刷の品質に影響する要因としては，クリームはんだの物性，印刷精度，メタル・マスクの開口形状，印刷に使うスキージ（**図3**）[注1]，印刷圧力，印刷スピードなど多数あります．搭載する部品や密度に従って，最適な条件を

注1：メタル・マスクの開口部分にへら状のスキージを使ってはんだペーストをしごくことにより，プリント配線板のフット・プリントにクリームはんだを供給する．スキージの材質，形状，角度などのパラメータが印刷の品質に大きく影響する．

（**a**）メタル・マスク単体

（**b**）メタル・マスクを使いプリント配線板にはんだペーストを印刷

写真2　メタル・マスク
部分的に開口している100μ～150μm厚のステンレス板．

写真3　マウンタ
富士機械製造の「NXT」（写真提供：富士機械製造）

写真4　プリント配線板のフィディシャル・マーク
位置の認識に使う．

見いだし，製造する必要があります．

2）部品の搭載

次は電子部品をプリント配線板に搭載する工程になります．部品搭載工程で重要なポイントは，実装部品の搭載精度や確実に部品を搭載することです．マウンタ（**写真3**）と呼ばれる装置を使い，プリント配線板のフィディシャル・マーク（fiducial mark，**写真4**）という認識用のパターンを画像で認識します（**写真5**）．

次に電子部品をつかみ上げてプリント配線板のフット・プリントまで運び搭載します（**写真6**）．このとき，確実に搭載するポイントとなるのは，画像で認識した*XY*軸方向だけでなく，*Z*軸方向にどれだけの加重やスピードを加えてはんだペーストと粘着させるかです．この条件が甘いと部品がペーストと粘着しないで，搭載されません．搭載する部品の種類，数，密度，生産性などを考慮して，最適なマウンタを選定することも重要です．

3）リフローはんだ付け

次はリフローはんだ付けです．リフロー炉（**写真7**）とい
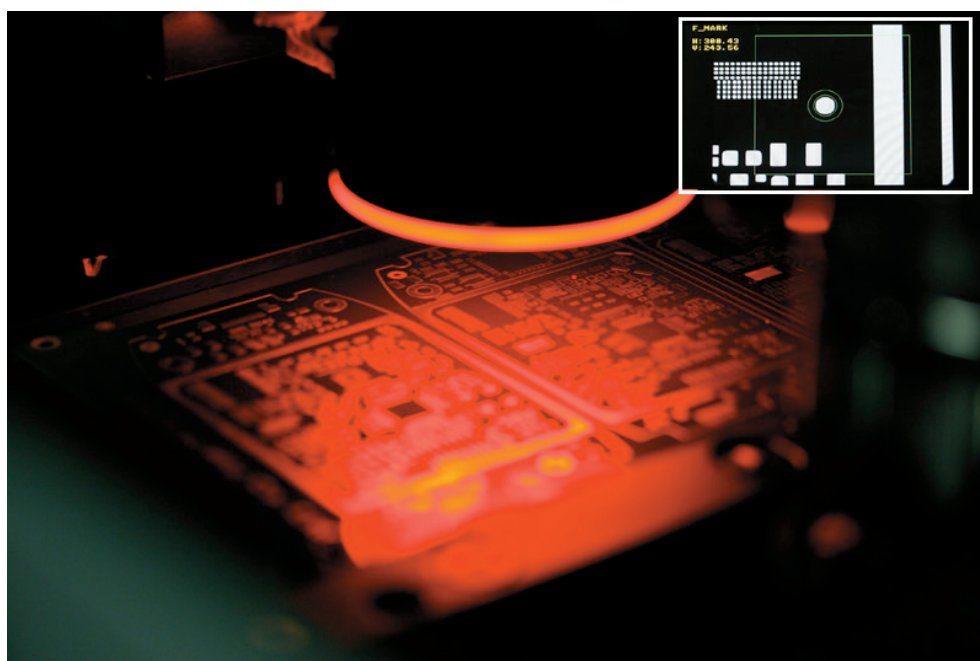
写真5
フィディシャル・マークの位置を画像で認識する
右上はマーク位置を認識した際の画面．

Appendix
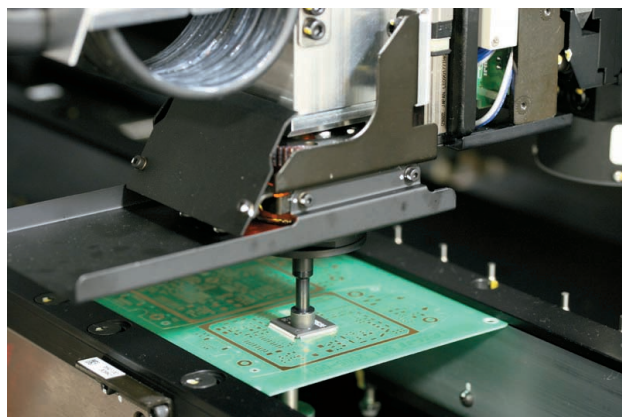
写真6　部品をつかみ上げてプリント配線板のフット・プリントまで運び搭載

搭載する部品の種類，数，密度，生産性などにしたがって，最適なマウンタを選定することも重要．
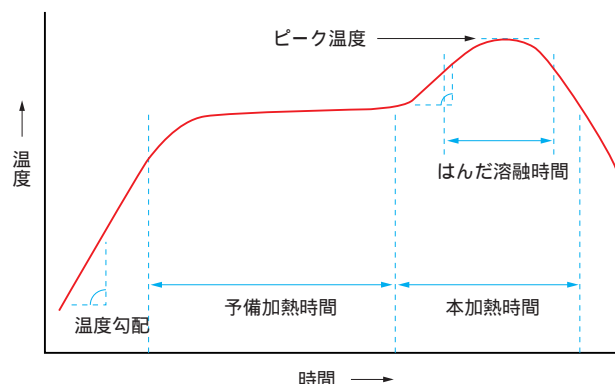
図4　リフロー・プロファイル

搭載される部品やプリント配線板の厚み，材質，層構成，配線パターンによって熱容量が変わる．そのため，リフロー・プロファイルは基板ごとにカスタマイズする．

う装置を使ってクリームはんだを溶融し，プリント配線板と電子部品を電気的および機械的に接続します．加熱をする際に，図4に示すような温度プロファイルを設定します．温度プロファイルは，部品実装されたプリント配線板がリフロー炉で時間とともにどのような温度変化をするかを表すものです．温度プロファイルは，はんだ付けに必要な温度設定と部品の信頼性を保証するための温度設定を両方，満足する必要があります．

温度プロファイルの具体的な設定は，ピーク温度，はんだ溶融時間，予備加熱時間，温度こう配などです．ピーク温度は，はんだ付け部の温度がはんだの融点以上になる必要があります．従来は融点が183 ℃の共晶はんだ（すずSn：63 %，鉛Pb：37 %）を長年使っており，ピーク温度は，はんだの融点温度＋20～40 ℃で，200～220 ℃を設定

写真7　リフロー炉

していました．しかし，RoHS（ローズ）（Restriction on Hazardous Substances）指令が2006年7月から欧州連合（EU）で施行され，共晶はんだは使えない状況になっています．RoHSとは，電気電子機器に含まれる特定有害物質の使用制限に関する指令のことです．2006年7月1日以降，鉛（Pb），水銀（Hg），カドミウム（Cd），六価クロム（Cr^{6+}），ポリ臭化ビフェニール（PBB），ポリ臭化ジフェニル・エーテル（PBDE）の6物質を，一部の例外を除き欧州市場に上市される電気電子機器に最大許容濃度を超えて含んではいけないという内容になっています．

RoHS指令に準じる環境規制は欧州だけでなく，世界中に影響を与え，各国で類似した規制が次々に設けられています．このようなことから，欧州向け製品だけに対応すれば良いというのではなく，環境に対し広く，国際的に対応するという姿勢が必須となってきています．

従って共晶はんだは，例外の製品以外は使われておらず，ほとんどの電子製品は代替の鉛フリーはんだに切り替わっています．RoHS指令については，本誌2006年10月号「電気電子製品の環境規制に関する最新動向」で説明しました．詳しくはそちらを参照してください．

現在の鉛フリーはんだの材料は，すず-銀-銅（Sn-Ag-Cu）系のはんだ合金が主流となっています．この合金の融点は220 ℃付近であり，従来の共晶はんだより，30～40 ℃も融点が高くなっており，リフローのピーク温度は240～260 ℃程度になります．このような高温のピーク温度に耐えられる電子部品の選定も必要になっています．

はっぽうや・あきひこ